

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

08 APR. 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 14 944.9

**Anmeldetag:**

02. April 2003

REC'D 21 APR 2004

WIPO

PCT

**Anmelder/Inhaber:**

Carl Zeiss Meditec AG, 07745 Jena/DE

**Bezeichnung:**Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für  
ophthalmologische Geräte**IPC:**

A 61 B, A 61 N, A 61 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 19. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

## Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für ophthalmologische Geräte

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erzeugung einer variablen Beleuchtung für die Diagnose und Therapie, insbesondere am menschlichen Auge. Das beleuchtete Objekt kann dabei sowohl ein künstliches Objekt als auch ein biologisches Gewebe, beispielsweise ein Auge sein. Bei einem Auge ist die Bestrahlung der Augenlinse aber auch anderer Augenabschnitte wie Kornea oder Retina möglich.

Insbesondere kann die Lösung auch für die Feinabstimmung von in ein Auge eingebrachten optisch wirksame Formteile, z. B. Linsen aus Kunststoff eingesetzt werden, wenn diese gemäß WO 00/41650 und/oder WO 01/71411 aus verschiedenen photosensitiven Kunststoffen bestehen. Bei dieser Art von Linsen werden durch Bestrahlung Polymerisationsvorgänge angeregt, die irreversible chemische Veränderungen der Linsen-Substanz zur Folge haben. Durch diese Vorgänge können der Brechungsindex und/oder das Transmissionsverhalten für die sichtbare Nutzstrahlung bzw. die geometrische Form der Linsen definiert verändert und dadurch ein fehlerreduziertes Sehen ermöglicht werden.

In den Patentschriften WO 00/41650 und WO 01/71411 werden Linsen, insbesondere Intraokularlinsen (IOL) beschrieben, bei denen durch Bestrahlung die Polymerisation einer in der Linse enthaltenen Polymermatrix angeregt und dadurch der Brechungsindex oder die Form der Gesamtlinse verändert werden kann. Bei implantierten IOL besteht das Problem, dass bei ca. der Hälfte der Patienten eine akzeptable Sehleistung nur durch ein zusätzliches Korrektionsmittel wie eine Brille oder Kontaktlinsen erreicht werden kann. Dies resultiert aus Messfehlern bei der Augenvermessung, Abweichungen bei der Positionierung der IOL und/oder durch den Wundheilungsprozess. Mit den beschriebenen IOL wird durch eine gezielte Bestrahlung eine Korrektur der bereits implantierten IOL ermöglicht, indem durch Änderung des Brechungsindex, der Transmissionseigenschaften oder Änderungen der Form eine Anpassung an die tatsächlichen Gegebenheiten erfolgt. Die Bestrahlung der IOL zur Anregung des Polymerisationsvorganges erfolgt vorzugsweise mittels Laserquellen oder

Lampen, die einen hohen UV-Anteil des Lichtes aussenden. Hierbei dient als Bestrahlungsquelle ein He/Cd-Laser bzw. eine Xe/Hg-Lampe. Die eventuell erforderlichen Beleuchtungsstrukturen werden in der Regel mit Hilfe mechanischer Blenden und/oder Filtern erzeugt.

5

Die in WO 02/26121 beschriebene Lösung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Bestrahlung lichtjustierbarer Linsen, vorzugsweise der in das Auge implantierten Kunststofflinsen. Die für die Bestrahlung erforderlichen Muster und Profile, sowie die Zeitdauer werden anhand zuvor gemessener Daten ermittelt und über einen Strahlteiler in den Beleuchtungsstrahlengang eingeblendet. Durch eine Wellenfront-Analyse kann die durch die Bestrahlung erreichte Wirkung kontrolliert werden.

10

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Untersuchung des Augenhintergrundes wird in DE 100 42 718 beschrieben. Um bei einer schonenden Beleuchtung eine möglichst kontinuierliche Bildaufzeichnung zu gewährleisten, wird über Filteranordnungen wechselweise ein infraroter bzw. ein sichtbarer Lichtanteil des Beleuchtungslichtes durchgelassen. Nachteilig wirken sich dabei die nicht zusammenfallenden optischen Achsen von Beobachtungsstrahlengang und Beleuchtungsstrahlengang aus.

15

20

25

30

Die DE 199 43 735 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur gezielten Bestrahlung eines Auges mittels Licht aus dem sichtbaren und/oder nahinfraroten Wellenlängenbereich. Durch die Bestrahlung werden irreversible chemische Veränderungen der Augenlinsen-Substanz hervorgerufen, die eine Veränderung des Brechungsindex und/oder der Transmissionseigenschaften für die sichtbare Nutzstrahlung zur Folge haben und dadurch ein fehlerreduziertes Sehen ermöglichen. Die erfolgreiche Behandlung setzt dabei eine möglichst engmaschige und vollflächige Bestimmung der Verteilung der Brechkraft des zu behandelnden Auges voraus. Aus diesen Werten werden die nach der Behandlung gewünschte Brechkraftverteilung und die dafür erforderlichen Daten der Bestrahlung ermittelt. Als nachteilig wirkt sich bei dieser Lösung aus, dass die Bestrahlung in der Regel nur punktwise nacheinander erfolgen kann und das

Behandlungsverfahren dadurch zeitintensiv ist. Für die Dauer der Behandlung ist deshalb eine Fixierung des Augapfels unerlässlich.

5 In der DE 198 12 050 A1 sind ein Verfahren und eine Anordnung zur Beleuchtung bei einem Augenmikroskop beschrieben. Die verschiedensten Leuchtmarkengeometrien werden mit Hilfe opto-elektronischer Bauelemente erzeugt und auf den Augenvorder- oder Hintergrund projiziert. Diese Lösung dient der allgemeinen Untersuchung des Auges. Eine Anordnung zur Erzeugung von Schnittbildern in transparenten Medien ist in der noch unveröffentlichten Schrift  
10 DE 101 55 464.8 vorgesehen. Ebenfalls noch nicht veröffentlicht ist ein ophthalmologisches Untersuchungsgerät mit dem neben einer allgemeinen Augenuntersuchung auch eine perimetrische Untersuchung ermöglicht wird (DE 101 51 314.3). Die Lösungen dieser beiden Schriften sehen ebenfalls die Verwendung opto-elektronischer Bauelemente zur Erzeugung der  
15 Beleuchtungsmarken und -muster vor.

Derartige Anordnungen haben jedoch die Nachteile, dass bei einer seitlichen Beleuchtung mitunter nicht das gesamte Beobachtungsgebiet ausgeleuchtet wird, oder dass es durch die Verwendung von Linksystemen zur Einkopplung der  
20 Beleuchtungsstrahlung zu Abbildungsfehlern kommen kann. Außerdem sind für die Einkopplung der Beleuchtungsstrahlung mitunter aufwendige technische Lösungen erforderlich.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Einheit für  
25 ophthalmologische Geräte zum Beleuchten/Bestrahlen des menschlichen Auges zum Zwecke der Beobachtung und/oder Behandlung zu entwickeln. Dabei soll an dem bewährten Design der ophthalmologischen Geräte festgehalten und deren Aufbau nicht wesentlich komplizierter gestaltet werden.

30 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit zur Erzeugung verschiedener Marken, Muster und Profile und ist somit sowohl für die Diagnose als auch die Therapie in der Ophthalmologie einsetzbar. Die Beleuchtungseinheit ist dabei für verschiedene ophthalmologische Geräte geeignet.

Die technische Lösung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Dazu zeigt

Figur 1: den Prinzipaufbau der vorgeschlagenen Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit bei einer Spaltlampe.

Die Beleuchtungseinheit für ophthalmologische Geräte besteht aus einer Beleuchtungsquelle 1, Mitteln zur Erzeugung, Überwachung und Kontrolle von Beleuchtungsmustern und/oder Profilen, Mitteln zur Einkopplung des Beleuchtungslichtes in den parallelen Strahlengang des Beobachtungssystems des ophthalmologischen Gerätes sowie einer zentralen Steuer- und Auswerteeinheit.

In Figur 1 ist eine Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für eine Spaltlampe dargestellt, bei der die Beleuchtungsquelle 1 ein schmalbandiges Licht im kurzwelligen Bereich um 365nm erzeugt. Das von der Beleuchtungsquelle 1, beispielsweise einer Bogenlampe erzeugte Lichtbündel wird mit der Kondensorgruppe 2 auf die Mittel zur Erzeugung von Beleuchtungsmustern und/oder Profile gelenkt. Diese Mittel können hierbei feste oder austauschbare, optische Filter und/oder Blenden, oder aber auch opto-elektronische Lichtmodulatoren 3 sein. Als opto-elektronische Lichtmodulatoren 3 können hierbei beispielsweise ein Mikrodisplay vom DMD-Typ (digital micromirror device) bzw. ein reflektierendes Mikrodisplay vom LCOS-Typ (liquid crystal on silicon) zum Einsatz kommen. Es sind aber auch opto-elektronischen Lichtmodulatoren 3 vom transmissiven LCD-Typ (liquid crystal display), selbstleuchtenden LED-Typ (light emitting diode) oder OLED-Typ (organic light emitting diode) einsetzbar. Die Steuerung der opto-elektronischen Lichtmodulatoren 3, die auf transmissiver oder



reflektiver Basis arbeiten können, erfolgt durch eine Steuereinheit (nicht dargestellt). Mit Hilfe der genannten Mittel lassen sich beliebige Muster, Profile und Verteilungen zum Erzeugen der unterschiedlichsten Wirkungen erzeugen. Die Beleuchtungsstrahlung kann durch optische Filter 4 und/oder Blenden 5 in seinem spektralen und räumlichen Bereich beeinflusst werden. Die spektrale Bandbreite der Beleuchtungsstrahlung wird beispielsweise durch geeignete Filter 4 auf 365nm +/- 5nm begrenzt.

Als Mittel zur Einkopplung des Lichtes der Beleuchtungsquelle 1 wird ein Strahlteiler 6 verwendet, der gleichzeitig als Sperrfilter, zum Schutz des Beobachters vor zu hoher Bestrahlung mit dem kurzwelligen Beleuchtungslicht, dient. Das erzeugte Beleuchtungsmuster wird durch eine Projektionsoptik 7 auf den Strahlteiler 6, der als Spiegel oder Würfel ausgeführt sein kann, gelenkt und über das im Beobachtungsstrahlengang angeordnete Objektiv 9 direkt in das Patientenauge 8 abgebildet. Dieses im Beobachtungsstrahlengang angeordnete Objektiv 9 ist vorzugsweise im UV- und/oder VIS- Bereich des Lichtes korrigiert. Um eine ungehinderte gleichzeitige Beobachtung des Patienten Auges 8 durch den Beobachter zu gewährleisten, ist der Strahlteiler 6 dabei für Licht aus dem VIS- Bereich durchlässig. Die Rückseite des Strahlteilers 6 ist zum Schutz gegen zu hohe kurzwelliger Bestrahlung des Beobachters als Sperrfilter ausgebildet.

In einer weiteren Ausgestaltung der Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für verschiedene ophthalmologische Geräte ist die Beleuchtungsquelle 1 als separates Bauteil, außerhalb der eigentlichen Beleuchtungseinheit angeordnet. Die Verbindung zu den Mitteln zur Erzeugung spezieller Beleuchtungsmuster und/oder Profile, die sich in der Beleuchtungseinheit befinden, wird dabei über Lichtleiter hergestellt.

Die Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit kann weiterhin über eine Kontrolleinheit zur Überwachung der Strahlendosis, zur Aufzeichnung der Bestrahlungsmuster und zur Registrierung der bestrahlten Positionen, verfügen. Die Kontrolleinheit weist dabei vorzugsweise ein oder mehrere Schnittstelle(n) 10 zum Datentransfer auf. Als Kontrolleinheit kann hierbei auch ein Computer

eingesetzt werden, der beispielsweise in den Fuß 11 der Spaltlampe integriert sein kann.

Für andere Anwendungen, wie beispielsweise die photodynamische Therapie (PDT) ist es vorteilhaft, dass von der Beleuchtungsquelle 1 schmalbandiges, langwelliges Licht, vorzugsweise um 690nm, ausgesendet wird. Entsprechend **Figur 1** werden die erzeugten Lichtbündel mit der Kondensorgruppe 2 auf die Mittel zur Erzeugung von Beleuchtungsmustern und/oder Profile gelenkt. Diese Mittel können hierbei ebenfalls feste oder austauschbare, optische Filter 4 und/oder Blenden 5, oder aber auch opto-elektronische Lichtmodulatoren 3 sein.

In **Figur 1** ist eine besondere Ausführungsform der Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für eine Spaltlampe dargestellt. Die Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit ist hierbei in einem separaten Gehäuse als mögliche Zusatz- oder Nachrüsteinheit für verschiedene ophthalmologische Geräte vorgesehen. Auch bei dieser Ausführungsform wird das bewährte Design bekannter ophthalmologische Geräte beibehalten.

Durch die Verwendung von Filtern 4, Blenden 5 und insbesondere opto-elektronischen Lichtmodulatoren 3 können beliebige Muster, Profile und Verteilungen erzeugt und damit unterschiedlichste Wirkungen am oder im Patientenauge 8 hervorgerufen werden.

Eine zusätzlich vorhandene Eye-Tracker-Einheit (nicht dargestellt) dient der Überwachung möglicher Augenbewegungen, der Kontrolle der Ausrichtung der Beleuchtungsmuster auf die zu bestrahlenden Bereiche während der Bestrahlung und/oder einer Nachführung der Beleuchtungsmuster. Die Nachführung der Beleuchtungsmuster kann dabei sowohl mechanisch als auch optisch erfolgen. Überschreitet das Beleuchtungsmuster radial bzw. seitlich einen bestimmten vorher festgelegten Toleranzwert für eine ebenfalls vorher festgelegte Zeitdauer, kann die Bestrahlung unterbrochen und erst bei wieder Erreichen des Zielzustandes fortgesetzt werden. Außerdem kann die Zeitdauer der Bestrahlung

ausgewertet werden um die jeweilige Strahlendosis nicht zu überschreiten. Es ist aber auch möglich das Beleuchtungsmuster der Augenbewegung nachzuführen.

5 Zur Erzeugung der entsprechenden Beleuchtungsmuster ist eine Kombination mit einer Wellenfrontmesseinheit und/oder einem Topographiesystem und/oder einem Augenachslängenmessgerät besonders vorteilhaft. Dabei können sich die Wellenfrontmesseinheit und/oder das Topographiesystem und/oder das Augenachslängenmessgerät mit der Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit in einem gemeinsamen Gehäuse befinden oder auch in den Fuß 11 der Spaltlampe  
10 integriert sein.

Die Einkopplung der erzeugten Beleuchtungsmuster und -profile in das Beobachtungssystem, z. B. das Beobachtungsmikroskop einer Spaltlampe, wirkt sich bei der vorgeschlagenen Lösung als besonders vorteilhaft aus. Dadurch ist  
15 eine ungehinderte Arbeit mit den bewährten mechanisch-optischen, kompakten Designs ophthalmologischer Geräte möglich. Außerdem hat dies den Vorteil, dass die Beleuchtungsstrahlen mit den Beobachtungsstrahlen coaxial verlaufen. Wird die Einkoppelstelle der Beleuchtungsstrahlung in den parallelen Strahlengang eines Galileisystems gelegt so treten, im Gegensatz zu den außerhalb des Beobachtungsstrahlenganges verwendeten Linksystemen, kaum  
20 Abbildungsfehler, wie beispielsweise Astigmatismus auf. Zudem ist bei der Verwendung äußerer Spiegel mit dem Auftreten von Astigmatismus und einem möglichen Bildversatz, sowie zusätzlicher Verschmutzung zu rechnen.

25 Die vorgeschlagene technische Lösung kann auch als modular ansetzbare Einheit, zum nachträglichen Einbau in den parallelen Strahlengang eines ophthalmologischen Gerätes konzipiert werden. Dazu wird ein bereits im jeweiligen ophthalmologische Gerät vorhandener Strahlteiler genutzt. Die Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit kann also als eigenständige Einheit oder  
30 als Zusatzeinheit für verschiedene ophthalmologische Geräte, wie Spaltlampen, Funduskameras, Laserscanner, Ophthalmoskope und OPMI-Geräte verwendet werden.

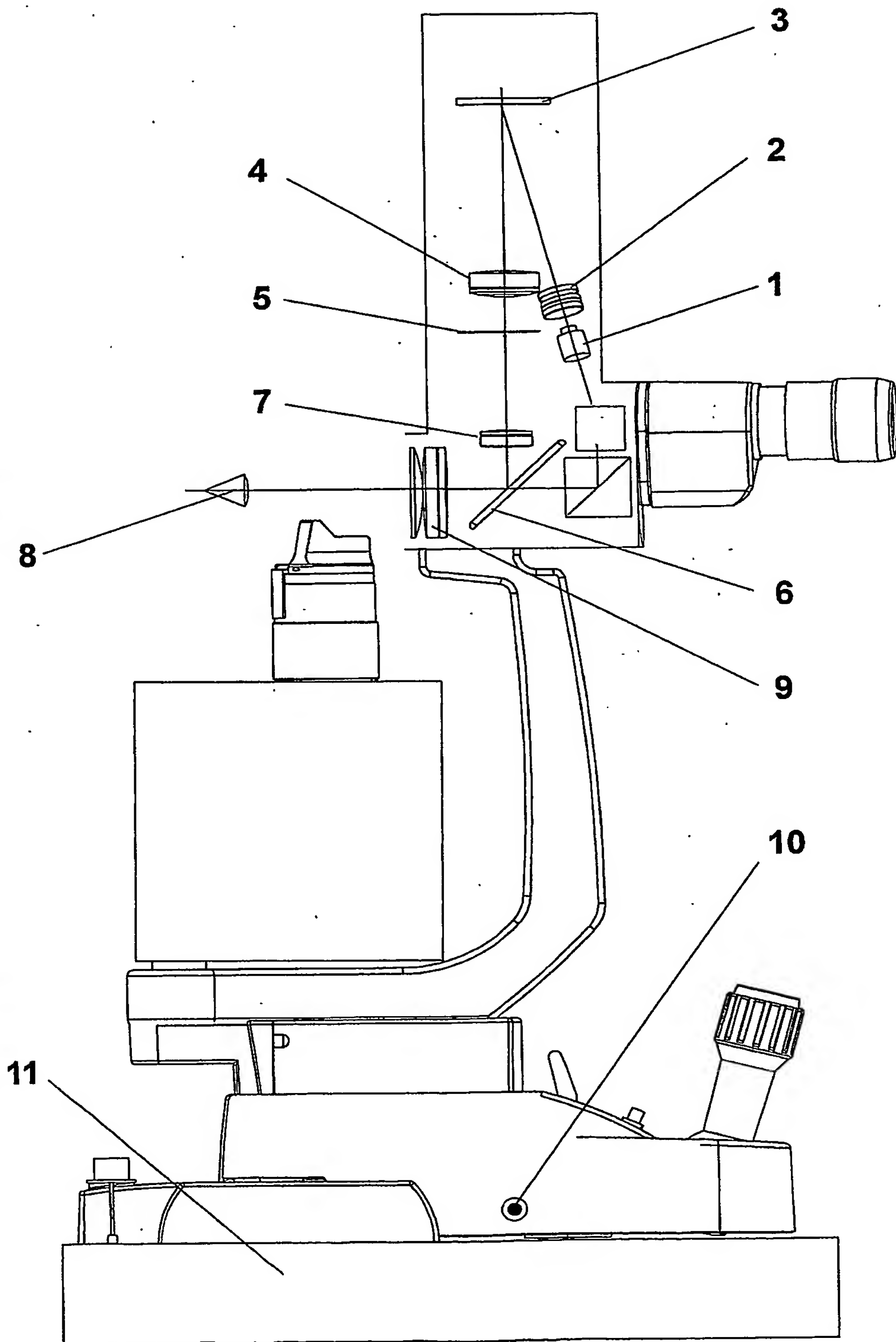


## Patentansprüche

1. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für ophthalmologische Geräte, bestehend aus einer Beleuchtungsquelle, Mitteln zur Erzeugung spezieller Beleuchtungsmuster und/oder Profile bei der Mittel zur Einkopplung des Lichtes der Beleuchtungsquelle in den parallelen Strahlengang des Beobachtungssystems des ophthalmologischen Gerätes vorhanden sind.
2. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach Anspruch 1, die zusätzlich über eine Kontrolleinheit, zur Überwachung der Strahlendosis, zur Aufzeichnung der Bestrahlungsmuster und zur Registrierung der bestrahlten Positionen, verfügt.
3. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, bei der die Kontrolleinheit, über ein oder mehrere Schnittstelle(n) zum Datentransfer verfügt.
4. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach Anspruch 1 bis 3, bei der die Beleuchtungsquelle schmalbandiges Licht im kurzwelligen Bereich, vorzugsweise um 365nm, erzeugt.
5. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach Anspruch 1 bis 3, bei der die Beleuchtungsquelle schmalbandiges Licht im langwelligen Bereich, vorzugsweise um 690nm, erzeugt.
6. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, bei der als Mittel zur Erzeugung spezieller Beleuchtungsmuster und/oder Profile optische Filter, Blenden und/oder optoelektronische Lichtmodulatoren mit einer Steuereinheit zum Einsatz kommen.
7. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, bei der als Mittel zur Einkopplung des Lichtes der Beleuchtungsquelle ein Strahlteiler verwendet wird, der gleichzeitig als

Sperrfilter, zum Schutz des Beobachters vor zu hoher Bestrahlung mit dem Beleuchtungslicht, dienen kann.

- 5 8. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, bei der die Beleuchtungsquelle nicht innerhalb der Beleuchtungseinheit, sondern als separates Bauteil angeordnet und über einen Lichtleiter mit den Mitteln zur Erzeugung spezieller Beleuchtungsmuster und/oder Profile verbunden ist.
- 10 9. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, bei der zusätzlich eine Eye-Tracker-Einheit zur Kontrolle der Ausrichtung der Beleuchtungsmuster auf die zu bestrahlenden Bereiche während der Bestrahlung und/oder zur Nachführung vorhanden ist.
- 15 10. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, die als modular ansetzbare Einheit, zum nachträglichen Einbau in den parallelen Strahlengang eines ophthalmologischen Gerätes konzipiert ist.
- 20 11. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, die in Kombination mit Baugruppen, wie einer Wellenfrontmesseinheit und/oder einem Topographiesystem und/oder einem Augenachslängenmessgerät für verschiedene ophthalmologische Geräte einsetzbar ist.
- 25 12. Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, die mit anderen Baugruppen, wie einer Wellenfrontmesseinheit und/oder einem Topographiesystem und/oder einem Augenachslängenmessgerät in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein kann.
- 30



Figur 1

## Zusammenfassung

### Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit für ophthalmologische Geräte

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erzeugung einer variablen Beleuchtung für die Diagnose und Therapie, insbesondere am menschlichen Auge.

- 10 Die Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit besteht aus einer, licht aussendenden Beleuchtungsquelle, Mitteln zur Erzeugung spezieller Beleuchtungsmuster und/oder Profile sowie Mitteln zur Einkopplung des Lichtes der Beleuchtungsquelle in den parallelen Strahlengang des Beobachtungssystems des ophthalmologischen Gerätes.

- 15 Die vorliegende Lösung dient der Erzeugung verschiedener Marken, Muster und Profile und ist somit sowohl für die Diagnose als auch die Therapie in der Ophthalmologie einsetzbar. Die Beleuchtungseinheit ist dabei für verschiedene ophthalmologische Geräte geeignet. Sie kann auch als modular ansetzbare Einheit, zum nachträglichen Einbau in den parallelen Strahlengang eines  
20 ophthalmologischen Gerätes konzipiert werden. Dazu wird ein bereits im jeweiligen ophthalmologische Gerät vorhandener Strahlteiler genutzt. Die Beleuchtungs- und Bestrahlungseinheit kann also als eigenständige Einheit oder als Zusatzeinheit für verschiedene ophthalmologische Geräte, wie Spaltlampen, Funduskameras, Laserscanner, Ophthalmoskope und OPMI-Geräte verwendet  
25 werden.